

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-140048

(P2003-140048A)

(43) 公開日 平成15年5月14日 (2003.5.14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 2 B 15/20		G 0 2 B 15/20	2 H 0 4 4
7/04		7/10	Z 2 H 0 8 7
7/10		13/18	
13/18		7/04	Z

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2001-334771(P2001-334771)

(22) 出願日 平成13年10月31日 (2001. 10. 31)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 遠藤 宏志

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

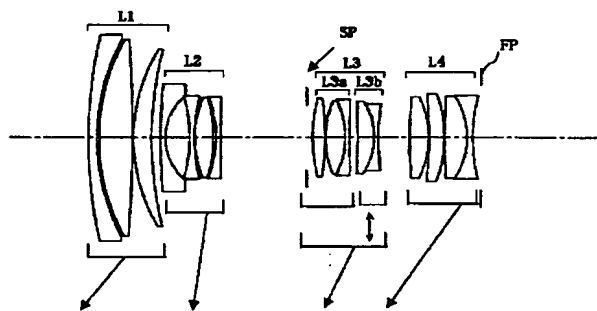
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを有する光学機器

(57) 【要約】

【課題】 ズームレンズが振動したときの画像のブレを光学的に補正して静止画像を得るようにしたズームレンズ及びそれを有する光学機器を得ること。

【解決手段】 物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群を有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、該第3レンズ群は、正の屈折力の第3aレンズ群と負の屈折力の第3bレンズ群を有し、該第3bレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させることにより結像位置を変位させており、広角端と望遠端での第iレンズ群と第(i+1)レンズ群との間隔D<sub>iW</sub>、D<sub>iT</sub>、望遠端での全系の焦点距離f<sub>T</sub>、第2レンズ群の焦点距離f<sub>2</sub>を適切に設定したこと。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群を有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行うズームレンズに於いて、該第3レンズ群は、正の屈折力の第3aレンズ群と負の屈折力の第3bレンズ群を有し、該第3bレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させることにより結像位置を変位させており、 $D1W$ 、 $D1T$ を各々広角端と望遠端での第1レンズ群と第 $(i+1)$ レンズ群との間隔、 $fT$ を望遠端での全系の焦点距離、 $f2$ を該第2レンズ群の焦点距離とすると、

$$D1W < D1T$$

$$D2W > D2T$$

$$D3W > D3T$$

$$0.04 < |f2/fT| < 0.1$$

の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】  $f3a$ 、 $f3b$ を各々前記第3aレンズ群と、第3bレンズ群の焦点距離、 $f4$ を前記第4レンズ群の焦点距離、 $LW$ を広角端での光学全長とすると、

$$1.5 < |f3b/f3a| < 2.5$$

$$0.2 < f4/fT < 0.4$$

$$0.5 < LW/fT < 0.8$$

$$1.5 < (D1T-D1W)/(D2W-D2T) < 3.0$$

$$3.0$$

の条件式を満足することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項3】 前記第3bレンズ群は、1枚の正レンズと1枚の負レンズより成ることを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項4】 前記第3bレンズ群の球面収差係数を $I3b$ とすると、

$$I3b > 0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項5】 前記第3aレンズ群は2枚の正レンズと1枚の負レンズより成ることを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項6】 前記第2レンズ群は3枚の負レンズと1枚の正レンズを有することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項7】 前記第1レンズ群はメニスカス状の負レンズと2枚の正レンズより成ることを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項8】 前記第4レンズ群はレンズ中心からレンズ周辺へ行くに従って正の屈折力が弱くなる形状の非球面を有することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項9】 前記第4レンズ群は物体側より順に、3枚の正レンズと1枚の負レンズより成ることを特徴とする請求項1のズームレンズ。

る請求項1のズームレンズ。

【請求項10】 前記第3bレンズ群はレンズ中心からレンズ周辺へ行くに従って正の屈折力が弱くなる形状の非球面を有することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項11】 前記第3bレンズ群は正レンズ及び該正レンズと空気間隔により隔てられた負レンズより成ることを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項12】 前記第3bレンズ群は正レンズと負レンズの接合レンズより成り、該接合レンズの接合レンズ面の曲率半径を $Rb$ 、該第3bレンズ群の焦点距離を $f3b$ とすると、

$$0.22 < Rb/f3b < 0.29$$

の条件式を満足することを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。

【請求項13】 物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群を有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行うズームレンズに於いて、該第3レンズ群は、正の屈折力の第3aレンズ群と負の屈折力の第3bレンズ群を有し、該第3bレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させることにより結像位置の変位を行い、 $D1W$ 、 $D1T$ を各々広角端と望遠端での第1レンズ群と第 $(i+1)$ レンズ群との間隔、 $fT$ を望遠端での全系の焦点距離、 $f2$ を該第2レンズ群の焦点距離、 $f3a$ 、 $f3b$ を各々該第3aレンズ群と、第3bレンズ群の焦点距離、 $f4$ を該第4レンズ群の焦点距離、 $LW$ を広角端での光学全長とすると、

$$D1W < D1T$$

$$D2W > D2T$$

$$D3W > D3T$$

$$0.04 < |f2/fT| < 0.1$$

$$1.5 < |f3b/f3a| < 2.5$$

$$0.2 < f4/fT < 0.4$$

$$0.5 < LW/fT < 0.8$$

$$1.5 < (D1T-D1W)/(D2W-D2T) < 3.0$$

$$3.0$$

の条件式のうち1以上の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項14】 第3bレンズ群は正レンズと負レンズの接合レンズより成り、該接合レンズの接合レンズ面の曲率半径を $Rb$ 、該第3bレンズ群の焦点距離を $f3b$ とすると、

$$0.22 < Rb/f3b < 0.29$$

の条件式を満足することを特徴とする請求項13のズームレンズ。

【請求項15】 撮像素子上に像を形成するための光学系であることを特徴とする請求項1から14のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項16】 請求項1から15のいずれか1項のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する撮像素子を有していることを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ズームレンズ及びそれを有する光学機器に関し、更に詳しくは、光学系の一部のレンズ群を光軸に対し垂直方向の成分を持つように移動させてズームレンズが振動（傾動）したときの画像ぶれ（像ぶれ）を高い光学性能を有しつつ、良好に補正した銀塩写真カメラ、ビデオカメラ、電子スチルカメラ、デジタルカメラ等の光学機器に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 進行中の車等移動物体上からの撮影では撮影系（撮影レンズ）に振動が伝わり撮影画像にブレが生じる。また焦点距離の長い撮影レンズやFナンバー（FNo）の大きい撮影レンズでの手持ち撮影では手ブレにより、撮影画像にブレ（画像ブレ）が生じることがある。近年、これらの画像ブレを光学的または電氣的に補正した防振機能を有した銀塩カメラ、ビデオカメラ、デジタルカメラ等が提案されている。

【0003】 従来より防振機能を有したズームレンズが、例えば特開平5-232410号公報（従来例1）、特開平8-136863号公報（従来例2）、特開平8-106047（従来例3）、特開平9-230237（従来例4）等で提案されている。このうち従来例1は、物体側より順に正、負、正、正の屈折力の4つのレンズ群で構成された望遠ズームレンズであり、第2レンズ群を光軸と垂直方向に移動して防振を行っている。従来例2は、物体側より順に正、負、正、正、負の屈折力の5つのレンズ群より成るズームレンズであり、第2レンズ群の一部を光軸と垂直方向に移動して防振を行っている。従来例3は、物体側より順に正、負、正、正、負の屈折力の5つのレンズ群より成るズームレンズであり、第4レンズ群の一部を光軸と垂直方向に移動して防振を行っている。従来例4は、物体側より順に正、負、正、正の屈折力の4つのレンズ群を有したズームレンズであり、レンズ群内の一部のレンズ群を光軸と垂直方向に移動して防振を行っている。

【0004】 特開平11-237550号公報では物体側より正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群を有し、該第2、第4レンズ群を光軸上移動させて変倍を行い、該第3レンズ群は第31レンズ群と第32レンズ群とを有し、該第32レンズ群を光軸に対し垂直方向に移動することにより結像位置の変位を行っているズームレンズを開示している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 一般に、撮影系の一部のレンズを光軸に対して垂直方向に平行偏心させて画像ぶれの補正を行う光学系においては、比較的容易に画像ぶれを補正することができる利点はあるが、移動させるレンズの為の駆動手段を必要とし、又防振時における偏心収差の発生量が多くなってくるという問題点がある。

【0006】 例えば画像ぶれの補正を行う補正光学系がレンズ構成枚数が多く、高重量であると電氣的駆動を行う際に大きなトルクを必要とする。又、画像ぶれを補正する為の、補正レンズ群を適切に設定しないと一定量の画像ぶれの補正効果を得るために補正光学系の移動量を多くとる必要が生じてしまい、光学系全体が大型化してくるという問題がある。

【0007】 一方、補正光学系の移動に対する像の補正効果を強めてしまうと、一定の像ぶれ補正に対する正確な補正を行うためには、偏心に対して結像変位作用が敏感になりすぎてくるため正確なレンズ移動制御を行うことが難しくなってくる。

【0008】 本発明は像ぶれ補正用の補正光学系の配置を適切に行うことにより、高画質を維持しつつ補正光学系の小型化、かつ一定量の像ぶれ補正効果を行うための補正光学系の移動量のコントロールを容易に行い、補正光学系の電氣的駆動を容易に行うことができるズームレンズ及びそれを有する光学機器の提供を目的とする。

【0009】 この他本発明は、35mm一眼レフカメラ換算で焦点距離28mm程度の広角域から200mm程度の望遠域までをカバーし、防振機能を有する、コンパクトで、特に防振時の収差も良好に補正されたズームレンズ及びそれを有する光学機器の提供を目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】 請求項1の発明のズームレンズは物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群を有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行うズームレンズに於いて、該第3レンズ群は、正の屈折力の第3aレンズ群と負の屈折力の第3bレンズ群を有し、該第3bレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させることにより結像位置を変位させており、 $D1W$ 、 $D1T$ を各々広角端と望遠端での第1レンズ群と第 $(i+1)$ レンズ群との間隔、 $fT$ を望遠端での全系の焦点距離、 $f2$ を該第2レンズ群の焦点距離とすると、

$$D1W < D1T$$

$$D2W > D2T$$

$$D3W > D3T$$

$$0.04 < |f2/fT| < 0.1$$

の条件式を満足することを特徴としている。

【0011】 請求項2の発明は請求項1の発明において $f3a$ 、 $f3b$ を各々前記第3aレンズ群と、第3bレンズ群の焦点距離、 $f4$ を前記第4レンズ群の焦点距

離、 $LW$ を広角端での光学全長とすると、

1.  $5 < |f_{3b}/f_{3a}| < 2.5$
0.  $2 < f_4/f_T < 0.4$
0.  $5 < LW/f_T < 0.8$
1.  $5 < (D_{1T}-D_{1W})/(D_{2W}-D_{2T}) < 3.0$

の条件式を満足することを特徴としている。

【0012】請求項3の発明は請求項1の発明において前記第3bレンズ群は、1枚の正レンズと1枚の負レンズより成ることを特徴としている。

【0013】請求項4の発明は請求項1の発明において前記第3bレンズ群の球面収差係数を $I_{3b}$ とすると、

$$I_{3b} > 0$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0014】請求項5の発明は請求項1の発明において前記第3aレンズ群は2枚の正レンズと1枚の負レンズより成ることを特徴としている。

【0015】請求項6の発明は請求項1の発明において前記第2レンズ群は3枚の負レンズと1枚の正レンズを有することを特徴としている。

【0016】請求項7の発明は請求項1の発明において前記第1レンズ群はメニスカス状の負レンズと2枚の正レンズより成ることを特徴としている。

【0017】請求項8の発明は請求項1の発明において前記第4レンズ群はレンズ中心からレンズ周辺へ行くに従って正の屈折力が弱くなる形状の非球面を有することを特徴としている。

【0018】請求項9の発明は請求項1の発明において前記第4レンズ群は物体側より順に、3枚の正レンズと1枚の負レンズより成ることを特徴としている。

【0019】請求項10の発明は請求項1の発明において前記第3bレンズ群はレンズ中心からレンズ周辺へ行くに従って正の屈折力が弱くなる形状の非球面を有することを特徴としている。

【0020】請求項11の発明は請求項1の発明において前記第3bレンズ群は正レンズ及び該正レンズと空気間隔により隔てられた負レンズより成ることを特徴としている。

【0021】請求項12の発明は請求項1又は2の発明において前記第3bレンズ群は正レンズと負レンズの接合レンズより成り、該接合レンズの接合レンズ面の曲率半径を $R_b$ 、該第3bレンズ群の焦点距離を $f_{3b}$ とすると、

$$0.22 < R_b/f_{3b} < 0.29$$

の条件式を満足することを特徴としている。

【0022】請求項13の発明のズームレンズは物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群を有し、各レンズ群の間隔を変化さ

せて変倍を行うズームレンズに於いて、該第3レンズ群は、正の屈折力の第3aレンズ群と負の屈折力の第3bレンズ群を有し、該第3bレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させることにより結像位置の変位を行い、 $D_{1W}$ 、 $D_{1T}$ を各々広角端と望遠端での第1レンズ群と第 $(i+1)$ レンズ群との間隔、 $f_T$ を望遠端での全系の焦点距離、 $f_2$ を該第2レンズ群の焦点距離、 $f_{3a}$ 、 $f_{3b}$ を各々該第3aレンズ群と、第3bレンズ群の焦点距離、 $f_4$ を該第4レンズ群の焦点距離、 $LW$ を広角端での光学全長とすると、

$$D_{1W} < D_{1T}$$

$$D_{2W} > D_{2T}$$

$$D_{3W} > D_{3T}$$

$$0.04 < |f_2/f_T| < 0.1$$

$$1.5 < |f_{3b}/f_{3a}| < 2.5$$

$$0.2 < f_4/f_T < 0.4$$

$$0.5 < LW/f_T < 0.8$$

$$1.5 < (D_{1T}-D_{1W})/(D_{2W}-D_{2T}) < 3.0$$

の条件式のうち1以上の条件式を満足することを特徴としている。

【0023】請求項14の発明は請求項13の発明において第3bレンズ群は正レンズと負レンズの接合レンズより成り、該接合レンズの接合レンズ面の曲率半径を $R_b$ 、該第3bレンズ群の焦点距離を $f_{3b}$ とすると、

$$0.22 < R_b/f_{3b} < 0.29$$

の条件式を満足することを特徴としている。

【0024】請求項15の発明は請求項1から14の発明において撮像素子上に像を形成するための光学系であることを特徴としている。

【0025】請求項16の発明の光学機器は請求項1から15のいずれか1項のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する撮像素子を有していることを特徴としている。

【0026】

【発明の実施の形態】図1は実施形態1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図2、図3は実施形態1のズームレンズの広角端、望遠端における縦収差図、図4、図5は実施形態1のズームレンズの広角端、望遠端における横収差図、図6、図7は実施形態1のズームレンズの広角端、望遠端における画角の $0.3^\circ$ 分に相当する像位置を変化させた後での横収差図である。

【0027】図8は実施形態2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図9、図10は実施形態2のズームレンズの広角端、望遠端における縦収差図、図11、図12は実施形態2のズームレンズの広角端、望遠端における横収差図、図13、図14は実施形態2のズームレンズの広角端、望遠端における画角の $0.3^\circ$ 分に相当する像位置を変化させた後での横収差図である。

【0028】図15は実施形態3のズームレンズの広角

端におけるレンズ断面図、図16、図17は実施形態3のズームレンズの広角端、望遠端における縦収差図、図18、図19は実施形態3のズームレンズの広角端、望遠端における横収差図、図20、図21は実施形態3のズームレンズの広角端、望遠端における画角の0.3°分に相当する像位置を変化させた後での横収差図である。

【0029】図22は実施形態4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図23、図24は実施形態4のズームレンズの広角端、望遠端における縦収差図、図25、図26は実施形態4のズームレンズの広角端、望遠端における横収差図、図27、図28は実施形態4のズームレンズの広角端、望遠端における画角の0.3°分に相当する像位置を変化させた後での横収差図である。

【0030】図29は実施形態5のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図30、図31は実施形態5のズームレンズの広角端、望遠端における縦収差図、図32、図33は実施形態5のズームレンズの広角端、望遠端における横収差図、図34、図35は実施形態5のズームレンズの広角端、望遠端における画角の0.3°分に相当する像位置を変化させた後での横収差図である。

【0031】レンズ断面図において、L1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は正の屈折力の第4レンズ群である。矢印は広角側から望遠側への変倍を行う際の各レンズ群の移動方向を示す。SPは絞りで第2レンズ群と第3レンズ群との間に設けている。IPは像面である。FPはフレアカット絞りである。

【0032】第3レンズ群L3は正の屈折力の第3aレンズ群L3aと防振の為に光軸と垂直方向の成分を持つように移動する負の屈折力の第3bレンズ群L3bを有している。尚、絞りSPは第3aレンズ群と一体となっている。

【0033】各実施形態のズームレンズにおいては、物体側より正の屈折力を有する第1レンズ群L1、負の屈折力を有する第2レンズ群L2、正の屈折力を有する第

3レンズ群L3、正の屈折力を有する第4レンズ群L4を有し、各レンズ群を光軸上移動を行いつつ各レンズ群の空気間隔を変化させて変倍を行い、前記第3レンズ群中の負の屈折力の第3bレンズ群L3bを光軸に対し垂直方向の成分を有するように移動を行うことにより結像位置を変化させている。

【0034】変倍に際して第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の空気間隔を変化させることにより主に第2レンズ群L2で変倍作用を行い、第3レンズ群L3の移動で主に変倍に伴い変動する像面の補正作用を行うと同時に第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の空気間隔を変化させることにより変倍に伴う軸外収差の変動を補正している。そして正の屈折力を有する第3レンズ群L3中に負の屈折力の第3bレンズ群L3bを配置することにより、第3レンズ群L3中の第3bレンズ群L3b以外のレンズ系のうち正の屈折作用のレンズ群で発生する諸収差を第3bレンズ群L3bの負の屈折作用でキャンセルしている。又それと同時に少ない移動量で大きい像位置の変位作用を行っている。

【0035】無限遠物体から近距離物体へのフォーカスは第1レンズ群L1又は第2レンズ群L2を物体側に移動することにより行っている。特に第2レンズ群L2を移動させる方式は第1レンズ群L1のレンズ外径を増大させないために良い。また第1、第2レンズ群L1、L2を共に物体側に移動させることによってフォーカスを行っても良い。

【0036】各実施形態のズームレンズは、前述した屈折力の4つのレンズ群を有し、各レンズ群間の間隔を変化させて変倍(ズーム)を行い、第3bレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させることにより結像位置の変位を行い、DiW、DiTを各々広角端と望遠端での第iレンズ群と第(i+1)レンズ群との間隔、fTを望遠端での全系の焦点距離、f2を該第2レンズ群L2の焦点距離、f3a、f3bを各々該第3aレンズ群L3aと、第3bレンズ群L3bの焦点距離、f4を該第4レンズ群L4の焦点距離、LWを広角端での光学全長とすると、

$$D1W < D1T \quad \dots (1)$$

$$D2W > D2T \quad \dots (2)$$

$$D3W > D3T \quad \dots (3)$$

$$0.04 < |f2/fT| < 0.1 \quad \dots (4)$$

$$1.5 < |f3b/f3a| < 2.5 \quad \dots (5)$$

$$0.2 < f4/fT < 0.4 \quad \dots (6)$$

$$0.5 < LW/fT < 0.8 \quad \dots (7)$$

$$1.5 < (D1T - D1W) / (D2W - D2T) < 3.0 \quad \dots (8)$$

の条件式のうち1以上の条件式を満足するようにしている。又、第3bレンズ群L3bの球面収差係数をI3bとすると

$$I3b > 0 \quad \dots (9)$$

を満足するようにしている。又、第3bレンズ群L3bが正レンズと負レンズの接合レンズより成るときは、該接合レンズの接合レンズ面の曲率半径をRb、該第3bレンズ群L3bの焦点距離をf3bとすると、

$$0.22 < Rb/f3b < 0.29 \quad \dots (10)$$

の条件式を満足するようにしている。

【0037】次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【0038】各実施形態では広角端から望遠端の変倍に際して、条件式(1)～(3)を満足するように、各レンズ群が移動している。絞りSPは変倍に際して第3aレンズ群L3aと一体になって移動している。

【0039】広角端から望遠端への変倍に際して、条件式(1)、(2)を満足しつつ第1レンズ群L1と第2レンズ群L2が物体側へ移動することで、空間の使用効率がよく第2レンズ群L2での変倍を行い広角端での光学全長(第1レンズ面から像面までの長さ)を短くしている。また、広角側ではレンズ全系としてレトロタイプとし、必要な長さのバックフォーカスを確保し、望遠側ではレンズ全系としてテレフォトタイプとしてレンズ系全体のコンパクト化を図っている。さらに、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4を条件式(3)を満足しつつ物体側に移動させることで、広角端から望遠端への変倍に伴って第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の合成の主点位置をより物体側へ移動させることで第3レンズ群L3と第4レンズ群L4での変倍効果を高めている。

【0040】絞りSPを第3レンズ群L3に配置することで、絞り径を小さく抑え、前玉径すなわち最も物体側のレンズ径、後玉径すなわち最も像面側のレンズ径を適切な大きさにし、レンズ全系のコンパクト化を図っている。

【0041】条件式(4)は第2レンズ群と望遠端における全系の焦点距離の比に関し、主に良好な性能を保ちつつレンズ系をコンパクトにするための式である。条件式(4)の下限値を超えて第2レンズ群の負の屈折力が強くなるとコンパクト化には有利であるが、第2レンズ群で発生する諸収差が大きくなりこれを他のレンズ群でバランスよく補正することが困難となる。条件式(4)の上限値を超えて第2レンズ群の負の屈折力が弱くなると収差補正には有利だがレンズ系が増大し好ましくない。

【0042】条件式(5)は第3aレンズ群L3aの焦点距離に対する第3bレンズ群L3bの焦点距離の範囲を規定し、良好な光学性能を保ちつつ必要な防振感度を得るための式である。ここで、防振感度とは手振れ前の物点と最も物体側のレンズ面の光軸中心を結んだ軸と、手振れ時の物点と最も物体側のレンズ面の光軸中心を結んだ軸との角度を防振角としたとき、防振レンズ群すなわち第3bレンズ群L3bの光軸と垂直方向の成分への移動量1mmあたりの防振角である。条件式(5)の下限を超えて第3bレンズ群L3bの負の屈折力が強くなると防振感度は大きくなり必要な防振角を得るための防振レンズ群の移動量が小さくなるため、防振レンズ群の移動のためのスペースが少なくて済み、また防振

レンズ群をモーター等で駆動する際のエネルギーが小さくて済むため、コンパクト化、省エネルギーに有利であるが、収差補正が困難となってくる。条件式(5)の上限値を超えて第3bレンズ群L3bの負の屈折力が弱くなると収差補正には有利となるが、コンパクト化、省エネルギーに不利となる。

【0043】条件式(6)は望遠端での全系の焦点距離に対する第4レンズ群L4の焦点距離の比を規定するものであり、条件式(6)の下限値を超えて第4レンズ群L4の正の屈折力が強くなるとレンズ全長の短縮には有利だが収差補正が困難となる。条件式(6)の上限値を超えて第4レンズ群L4の正の屈折力が弱くなると収差補正には有利だが、レンズ系が増大してくる。

【0044】条件式(7)は望遠端での全系の焦点距離に対する広角端での最も物体側のレンズ面(第1レンズ面)から像面までの長さの比であり、条件式(7)の下限値を超えてコンパクト化を図ると各レンズ群の屈折力を強くする必要が生じるため光学性能が劣化する。条件式(7)の上限値を越えるとコンパクト化に反する。

【0045】条件式(8)は広角端から望遠端への第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間隔変化量と第2レンズ群L2と第3レンズ群L3との間隔変化量の比であり、第3レンズ群L3に配置されている絞りの径を小さくし、各レンズ群の径を最適にするためのものである。条件式(8)の下限値を超えて第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間隔変化量が第2レンズ群L2と第3レンズ群L3との間隔変化量に対し小さくなることは所定の変倍比を得るために第2レンズ群L2と第3レンズ群L3との間隔変化量が大きくなることを意味し、広角端での絞りと第1レンズ群L1の間隔が大きくなり画面周辺への光量を確保するために第1レンズ群L1の径が増大する。条件式(8)の上限値を超えて第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間隔変化量が第2レンズ群L2と第3レンズ群L3との間隔変化量に対し大きくなると今度は望遠側での画面周辺への光量を確保するために第1レンズ群L1の径が増大する。

【0046】条件式(9)は防振時の光学性能を良好に保つためのものであり、条件式(9)を満足しないと防振時の光学性能を良好に保つのが難しくなる。

【0047】条件式(10)は第3bレンズ群L3bを接合レンズで構成したときの接合レンズ面の曲率半径を適切に保ち、色収差を含めた諸収差をバランスよく補正する為のものである。

【0048】各実施形態においては防振レンズ群すなわち第3bレンズ群L3bを1枚の正レンズと1枚の負レンズで構成し、防振レンズ群の軽量化を図りつつ収差補正を良好に行っている。

【0049】また、前記第1レンズ群L1はメニスカス状の負レンズと2枚の正レンズより構成し、前記第2レ

レンズ群L2は3枚の負レンズと1枚の正レンズより構成し、前記第4レンズ群L4にはレンズ中心からレンズ周辺へ行くに従って正の屈折力が弱くなる形状の非球面を用いることでコンパクトで良好な光学性能のズームレンズを達成している。

【0050】また、実施形態1、2、4、5では、第4レンズ群L4を物体側より3枚の正レンズと1枚のレンズより構成し、少ないレンズ枚数でコンパクトで良好な光学性能を達成している。

【0051】又防振時の光学性能を良好に保つために条件式(9)を満足するように第3bレンズ群L3bに適切な硝材を用い、適切なレンズ形状を与えている。又実

$$0.06 < |f2/fT| < 0.09 \dots (4a)$$

$$1.7 < |f3b/f3a| < 2.3 \dots (5a)$$

$$0.23 < f4/fT < 0.35 \dots (6a)$$

$$0.6 < LW/fT < 0.75 \dots (7a)$$

$$1.8 < (D1T-D1W) / (D2W-D2T) < 2.5 \dots (8a)$$

$$0.25 < Rb/f3b < 0.27 \dots (10a)$$

次に、本発明の実施形態1～5に各々対応する数値実施例1～5を示す。各数値実施例においてiは物体側からの光学面の順序を示し、riは第i番目の光学面(第i面)の曲率半径、diは第i面と第i+1面との間の間隔、niとviはそれぞれd線に対する第i番目の光学部材の材質の屈折率、アッペ数を示す。fは焦点距離、FNOはFナンバー、ωは半画角である。またkを離心率、b、c、d、e・・・を非球面係数、光軸からの高さhの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとすると、非球面形状は、

$$x = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k) \cdot (h/R)^{1/2} + b h^4 + c h^6 + d h^8 + e h^{10}\}]$$

で表示される。但しRは曲率半径である。また、例えば「e-Z」の表示は「10<sup>-Z</sup>」を意味する。又、各数値

施形態1、2、3では、前記第3bレンズ群L3bにレンズ中心からレンズ周辺へ行くに従って正の屈折力が弱くなる形状の非球面を用い、実施形態4では、前記第3bレンズ群L3bを正レンズ及び該正レンズと空気間隔により隔てられた負レンズより構成している。そして実施形態1、2、3、5では前記第3bレンズ群L3bを正レンズと負レンズの接合レンズとし、条件式(10)を満足している。

【0052】尚、更に好ましくは、条件式(4)～(8)、(10)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0053】

実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。

【0054】数値実施例において間隔d=0は、物体側又は像面側のレンズ面の曲率半径、材料の屈折率、アッペ数が等しいときは単なる設計上のダミー面を示し、又は物体側又は像面側のレンズ面の曲率半径が等しく、材料の屈折率、アッペ数が異なっているときは物体側と像面側のレンズ面が接合されていることを示している。

【0055】又、数値実施例1、2、4、5においてγ=16は設計上の架空の面を示している。数値実施例1、2のγ=20、数値実施例5のγ=2、γ=20は架空の面であり前後の面が貼合わせ面となっている。

【0056】

【外1】

## 数値実施例 1

$f = 29.0 \sim 194.0$   $FNo = 1: 3.6 \sim 5.8$   $2\omega = 73.5^\circ \sim 12.7^\circ$   
 $r_1 = 145.396$   $d_1 = 2.00$   $n_1 = 1.84666$   $v_1 = 23.9$   
 $r_2 = 62.461$   $d_2 = 0.50$   
 $r_3 = 60.486$   $d_3 = 8.28$   $n_2 = 1.62299$   $v_2 = 58.2$   
 $r_4 = -397.703$   $d_4 = 0.12$   
 $r_5 = 50.318$   $d_5 = 4.59$   $n_3 = 1.72916$   $v_3 = 54.7$   
 $r_6 = 108.499$   $d_6 = \text{可変}$   
 $r_7 = 178.597$   $d_7 = 1.20$   $n_4 = 1.77250$   $v_4 = 49.6$   
 $r_8 = 15.964$   $d_8 = 6.11$   
 $r_9 = -43.315$   $d_9 = 1.10$   $n_5 = 1.80400$   $v_5 = 46.6$   
 $r_{10} = 46.961$   $d_{10} = 0.10$   
 $r_{11} = 30.482$   $d_{11} = 4.75$   $n_6 = 1.84666$   $v_6 = 23.9$   
 $r_{12} = -43.259$   $d_{12} = 0.65$   
 $r_{13} = -32.013$   $d_{13} = 1.10$   $n_7 = 1.80400$   $v_7 = 46.6$   
 $r_{14} = 555.389$   $d_{14} = \text{可変}$   
 $r_{15} = (\text{絞り})$   $d_{15} = 1.50$   
 $r_{16} = 46.334$   $d_{16} = 3.09$   $n_8 = 1.58313$   $v_8 = 59.4$   
 $r_{17} = -71.004$   $d_{17} = 0.12$   
 $r_{18} = 27.732$   $d_{18} = 4.87$   $n_9 = 1.62299$   $v_9 = 58.2$   
 $r_{19} = -24.911$   $d_{19} = 1.15$   $n_{10} = 1.80518$   $v_{10} = 25.4$   
 $r_{20} = 852.335$   $d_{20} = \text{可変}$   
 $r_{21} = -156.621$  (非球面)  $d_{21} = 4.05$   $n_{11} = 1.78472$   $v_{11} = 25.7$   
 $r_{22} = -18.808$   $d_{22} = 1.10$   $n_{12} = 1.83400$   $v_{12} = 37.2$   
 $r_{23} = 77.280$   $d_{23} = \text{可変}$   
 $r_{24} = 65.449$  (非球面)  $d_{24} = 4.88$   $n_{13} = 1.58313$   $v_{13} = 59.4$   
 $r_{25} = -27.619$   $d_{25} = 0.09$   
 $r_{26} = -120.511$   $d_{26} = 3.72$   $n_{14} = 1.51633$   $v_{14} = 64.1$   
 $r_{27} = -38.003$   $d_{27} = 0.08$   
 $r_{28} = 194.443$   $d_{28} = 5.54$   $n_{15} = 1.51742$   $v_{15} = 52.4$   
 $r_{29} = -22.071$   $d_{29} = 1.50$   $n_{16} = 1.83481$   $v_{16} = 42.7$   
 $r_{30} = 53.240$   $d_{30} = \text{可変}$   
 $r_{31} = \text{フレアー絞り}$

焦点距離 可変距離	28.98	63.35	194.00
d 6	2.16	19.93	42.47
d 14	21.61	12.31	0.59
d 20	2.00	2.00	2.00
d 23	7.57	3.90	1.44
d 30	2.00	19.70	33.84
skinf	39.04	39.04	39.04

## 非球面係数

第 21 面  $b$   $c$   $d$   
 $4.596840e-06$   $1.428318e-09$   $5.693594e-12$   
 第 24 面  $b$   $c$   $d$   
 $-2.636888e-05$   $2.868176e-10$   $2.017636e-11$



## 数値実施例2

f= 29.1~193.4 FNo=1: 3.6~5.9  $2\omega=73.2^\circ \sim 12.8^\circ$ 

r 1= 172.364 d 1= 2.00 n 1=1.84666 v 1=23.9  
 r 2= 65.212 d 2= 0.17  
 r 3= 64.137 d 3= 7.78 n 2=1.62299 v 2=58.2  
 r 4= -308.235 d 4= 0.12  
 r 5= 49.294 d 5= 5.18 n 3=1.72916 v 3=54.7  
 r 6= 124.744 d 6= 可変  
 r 7= 225.181 d 7= 1.20 n 4=1.77250 v 4=49.6  
 r 8= 15.505 d 8= 5.52  
 r 9= -39.903 d 9= 1.10 n 5=1.80400 v 5=46.6  
 r10= 49.650 d10= 0.10  
 r11= 28.824 d11= 4.98 n 6=1.84666 v 6=23.9  
 r12= -39.551 d12= 0.99  
 r13= -28.247 d13= 1.10 n 7=1.80400 v 7=46.6  
 r14= 149.205 d14= 可変  
 r15= (絞り) d15= 1.50  
 r16= 48.977 d16= 2.99 n 8=1.58313 v 8=59.4  
 r17= -52.793 d17= 0.12  
 r18= 27.914 d18= 4.76 n 9=1.62299 v 9=58.2  
 r19= -22.260 d19= 1.15 n10=1.80518 v10=25.4  
 r20= -874.109 d20= 可変  
 r21= -140.649(非球面) d21= 3.61 n11=1.78472 v11=25.7  
 r22= -18.354 d22= 1.10 n12=1.83400 v12=37.2  
 r23= 88.395 d23= 可変  
 r24= 61.971(非球面) d24= 5.82 n13=1.58313 v13=59.4  
 r25= -28.721 d25= 0.10  
 r26= -148.759 d26= 2.87 n14=1.51633 v14=64.1  
 r27= -35.209 d27= 0.10  
 r28= 117.864 d28= 5.21 n15=1.51742 v15=52.4  
 r29= -22.011 d29= 1.50 n16=1.83481 v16=42.7  
 r30= 45.460 d30= 可変  
 r31= フレアー絞り

焦点距離 可変間隔	29.14	65.94	193.44
d 6	2.59	20.34	39.86
d 14	16.77	9.24	0.42
d 20	2.00	2.00	2.00
d 23	7.83	3.85	1.09
d 30	2.00	20.76	37.82
skinf	39.04	39.04	39.04

## 非球面係数

第21面 b c d  
 4.010865e-06 1.009779e-08 -4.008974e-11  
 第24面 b c d  
 -2.636888e-05 2.868176e-10 2.017636e-11

## 数値実施例3

f= 29.0~194.7 FNo=1: 3.4~5.9  $2\omega=73.5^\circ \sim 12.7^\circ$ 

r 1= 119.141 d 1= 2.00 n 1=1.80518 v 1=25.4  
 r 2= 47.258 d 2= 6.60 n 2=1.65844 v 2=50.9  
 r 3= 431.430 d 3= 0.10  
 r 4= 55.237 d 4= 4.91 n 3=1.73400 v 3=51.5  
 r 5= 283.475 d 5= 可変  
 r 6= 245.879(非球面) d 6= 1.50 n 4=1.83481 v 4=42.7  
 r 7= 17.471 d 7= 5.29  
 r 8= -46.390 d 8= 1.20 n 5=1.79500 v 5=45.3  
 r 9= 59.109 d 9= 0.10  
 r10= 30.218 d10= 5.77 n 6=1.74077 v 6=27.8  
 r11= -28.878 d11= 0.79  
 r12= -22.026 d12= 1.20 n 7=1.79500 v 7=45.3  
 r13= 47.810 d13= 2.50 n 8=1.84666 v 8=23.9  
 r14= 456.731 d14= 可変  
 r15= 絞り d15= 0.00  
 r16= 30.567 d16= 4.24 n 9=1.64250 v 9=58.4  
 r17= -49.182 d17= 0.10  
 r18= 30.576(絞り) d18= 3.33 n10=1.65830 v10=57.3  
 r19= -106.685 d19= 0.88  
 r20= -40.168 d20= 1.20 n11=1.84666 v11=23.9  
 r21= 110.896 d21= 可変  
 r22= -112.171(非球面) d22= 2.40 n12=1.67270 v12=32.1  
 r23= -29.482 d23= 1.00 n13=1.75500 v13=52.3  
 r24= 94.808 d24= 可変  
 r25= 32.251(非球面) d25= 4.09 n14=1.51633 v14=64.1  
 r26= -31.058 d26= 0.03  
 r27= 102.951 d27= 1.50 n15=1.80100 v15=35.0  
 r28= 26.242 d28= 1.13  
 r29= 77.006 d29= 2.74 n16=1.66755 v16=41.9  
 r30= -58.919 d30= 0.10  
 r31= 73.056 d31= 5.28 n17=1.57501 v17=41.5  
 r32= -17.221 d32= 1.20 n18=1.78590 v18=44.2  
 r33= 59.754 d33= 可変  
 r34= フレアー絞り

焦点距離 可変間隔	28.97	71.04	194.66
d 5	1.72	19.32	37.66
d 14	21.05	11.39	2.33
d 21	2.00	2.00	2.00
d 24	6.26	2.36	0.69
d 33	-0.04	22.92	42.32
skinf	38.89	38.89	38.89

## 非球面係数

第 6 面 a b c d e  
 1.399782e-08 1.908188e-06 7.504791e-09 -1.503685e-11 8.287331e-14  
 第 22 面 b c d  
 3.808724e-06 6.747410e-09 5.413100e-11  
 第 25 面 b c d  
 -2.638325e-05 7.880542e-09 -8.642631e-11

## 数値実施例 4

f= 29.0 ~ 194.2 FNo=1: 3.6 ~ 5.4 2 $\omega$ =73.4° ~ 12.7°  
 r 1= 158.058 d 1= 2.00 n 1=1.84666 v 1=23.9  
 r 2= 64.867 d 2= 0.18  
 r 3= 62.961 d 3= 7.93 n 2=1.62299 v 2=58.2  
 r 4= -423.290 d 4= 0.12  
 r 5= 50.927 d 5= 4.74 n 3=1.72916 v 3=54.7  
 r 6= 118.105 d 6= 可変  
 r 7= 148.988 d 7= 1.20 n 4=1.77250 v 4=49.6  
 r 8= 16.093 d 8= 6.04  
 r 9= -47.619 d 9= 1.10 n 5=1.80400 v 5=46.6  
 r10= 48.990 d10= 0.10  
 r11= 30.068 d11= 5.03 n 6=1.84666 v 6=23.9  
 r12= -51.796 d12= 1.09  
 r13= -32.157 d13= 1.10 n 7=1.80400 v 7=46.6  
 r14= 484.280 d14= 可変  
 r15= (絞り) d15= 1.50  
 r16= 34.546 d16= 3.39 n 8=1.58313 v 8=59.4  
 r17= -75.644 d17= 0.12  
 r18= 34.509 d18= 5.64 n 9=1.62299 v 9=58.2  
 r19= -27.980 d19= 0.40  
 r20= -24.674 d20= 1.15 n10=1.89518 v10=25.4  
 r21= -474.712 d21= 可変  
 r22= -48.434 d22= 2.42 n11=1.80518 v11=25.4  
 r23= -21.849 d23= 0.10  
 r24= -24.023 d24= 1.10 n12=1.83481 v12=42.7  
 r25= 184.480 d25= 可変  
 r26= 78.975(非球面) d26= 2.72 n13=1.58313 v13=59.4  
 r27= -27.468 d27= 0.09  
 r28= -253.244 d28= 2.56 n14=1.51633 v14=64.1  
 r29= -40.601 d29= 0.08  
 r30= 130.541 d30= 4.22 n15=1.51742 v15=52.4  
 r31= -33.434 d31= 1.50 n16=1.83481 v16=42.7  
 r32= 45.332 d32= 可変  
 r33= フレアー絞り

焦点距離 可変距離	29.01	62.49	194.22
d 6	2.11	20.01	42.95
d 14	21.41	12.34	0.51
d 21	2.58	2.50	2.50
d 25	7.33	3.73	1.25
d 32	2.00	19.27	33.12
skinf	42.64	42.64	42.64

## 非球面係数

第26面 b c d  
 -2.63688e-05 2.858176e-10 2.017636e-11

## 【外5】

## 数値実施例 5

f= 29.0 ~ 193.6 FNo=1: 3.6 ~ 5.8 2 $\omega$ =73.4° ~ 12.8°  
 r 1= 189.733 d 1= 2.00 n 1=1.84666 v 1=23.9  
 r 2= 67.818 d 2= 7.55 n 2=1.62299 v 2=58.2  
 r 3= -551.360 d 3= 0.12  
 r 4= 52.665 d 4= 5.41 n 3=1.72916 v 3=54.7  
 r 5= 156.381 d 5= 可変  
 r 6= 127.659 d 6= 1.20 n 4=1.77250 v 4=49.6  
 r 7= 16.045 d 7= 6.37  
 r 8= -42.636 d 8= 1.10 n 5=1.80400 v 5=46.6  
 r 9= 68.672 d 9= 0.10  
 r10= 31.049 d10= 4.69 n 6=1.84666 v 6=23.9  
 r11= -46.059 d11= 0.75  
 r12= -33.038 d12= 1.10 n 7=1.80400 v 7=46.6  
 r13= 112.487 d13= 可変  
 r14= (絞り) d14= 1.50  
 r15= 37.074 d15= 3.14 n 8=1.60562 v 8=43.7  
 r16= -62.010 d16= 0.12  
 r17= 32.282 d17= 5.15 n 9=1.62299 v 9=58.2  
 r18= -23.452 d18= 1.15 n10=1.84666 v10=23.9  
 r19= 515.977 d19= 可変  
 r20= -53.586 d20= 3.73 n11=1.83400 v11=37.2  
 r21= -13.978 d21= 1.10 n12=1.77250 v12=49.6  
 r22= 100.065 d22= 可変  
 r23= 75.579(非球面) d23= 3.32 n13=1.58313 v13=59.4  
 r24= -31.818 d24= 0.09  
 r25= 658.699 d25= 3.00 n14=1.51633 v14=64.1  
 r26= -38.182 d26= 0.08  
 r27= 395.261 d27= 3.43 n15=1.51742 v15=52.4  
 r28= -54.487 d28= 1.50 n16=1.83481 v16=42.7  
 r29= 43.276 d29= 可変  
 r30= フレアー絞り

焦点距離 可変距離	29.00	62.20	193.58
d 5	2.04	20.04	42.30
d 13	21.03	11.87	0.31
d 19	2.00	2.00	2.00
d 22	7.65	3.72	1.05
d 29	2.00	19.58	34.05
skinf	44.33	44.33	44.33

## 非球面係数

第23面 b c d  
 -2.63688e-05 2.858176e-10 2.017636e-11

【0061】

【表1】

【0060】

条件式	下限値	上限値	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
4  f2/fT	0.04	0.1	0.081	0.071	0.076	0.080	0.080
5  f3b/f3a	1.5	2.5	1.91	2.14	2.16	1.79	1.85
6 f4/fT	0.2	0.4	0.29	0.28	0.30	0.26	0.26
7 LW/fT	0.5	0.8	0.70	0.68	0.68	0.70	0.71
8 (D1T-D1W)/(D2W-D2T)	1.5	3	1.92	2.28	1.92	1.98	1.94
9 f3b	0	-	3.8	2.3	1.8	0.9	1.1
10 Fb/f3b	0.22	0.29	0.35	0.33	0.50	-	0.27

【0062】次に、本発明のズームレンズを用いた一眼レフカメラシステムの実施形態を、図36を用いて説明する。図36において、10は一眼レフカメラ本体、11は本発明によるズームレンズを搭載した交換レンズ、12は交換レンズ11を通して得られる被写体像を記録するフィルムや撮像素子などの記録手段、13は交換レンズ11からの被写体像を観察するファインダー光学系、14は交換レンズ11からの被写体像を記録手段1

2とファインダー光学系13に切り替えて伝送するための回転するクイックリターンミラーである。ファインダーで被写体像を観察する場合は、クイックリターンミラー14を介してプリント板15に結像した被写体像をペンタプリズム16で正立像としたのち、接眼光学系17で拡大して観察する。撮影時にはクイックリターンミラー14が矢印方向に回転して被写体像は記録手段12に結像して記録される。

【0063】このように本発明のズームレンズを一眼レフカメラ交換レンズ等の光学機器に適用することにより、高い光学性能を有した光学機器が実現できる。

【0064】尚、本発明はクイックリターンミラーのない SLR (Single lens Reflex) カメラにも同様に適用することができる。

【0065】

【発明の効果】本発明によれば像ぶれ補正用の補正光学系の配置を適切に行うことにより、高画質を維持しつつ補正光学系の小型化、かつ一定量の像ぶれ補正効果を行うための補正光学系の移動量のコントロールを容易に行い、補正光学系の電氣的駆動を容易に行うことができるズームレンズ及びそれを有する光学機器を達成することができる。

【0066】この他本発明によれば、物体側より正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群で構成し、第3レンズ群L3を正の屈折力の第3aレンズ群と負の屈折力の第3bレンズ群で構成し、前記第3bレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動して防振を行い、適切な屈折力配置とレンズ構成を与えることで、広角域から望遠域をカバーし、コンパクトで良好な光学性能の高変倍のズームレンズ及びそれを有する光学機器を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の広角端のレンズ断面図

【図2】 本発明の実施形態1の通常状態の広角端における縦収差図

【図3】 本発明の実施形態1の通常状態の望遠端における縦収差図

【図4】 本発明の実施形態1の通常状態の広角端における横収差図

【図5】 本発明の実施形態1の通常状態の望遠端における横収差図

【図6】 本発明の実施形態1の画角0.3°分の画像ぶれの補正の広角端における横収差図

【図7】 本発明の実施形態1の画角0.3°分の画像ぶれの補正の望遠端における横収差図

【図8】 本発明の実施形態2の広角端のレンズ断面図

【図9】 本発明の実施形態2の通常状態の広角端における縦収差図

【図10】 本発明の実施形態2の通常状態の望遠端における縦収差図

【図11】 本発明の実施形態2の通常状態の広角端における横収差図

【図12】 本発明の実施形態2の通常状態の望遠端における横収差図

【図13】 本発明の実施形態2の画角0.3°分の画像ぶれの補正の広角端における横収差図

【図14】 本発明の実施形態2の画角0.3°分の画

像ぶれの補正の望遠端における横収差図

【図15】 本発明の実施形態3の広角端のレンズ断面図

【図16】 本発明の実施形態3の通常状態の広角端における縦収差図

【図17】 本発明の実施形態3の通常状態の望遠端における縦収差図

【図18】 本発明の実施形態3の通常状態の広角端における横収差図

【図19】 本発明の実施形態3の通常状態の望遠端における横収差図

【図20】 本発明の実施形態3の画角0.3°分の画像ぶれの補正の広角端における横収差図

【図21】 本発明の実施形態3の画角0.3°分の画像ぶれの補正の望遠端における横収差図

【図22】 本発明の実施形態4の広角端のレンズ断面図

【図23】 本発明の実施形態4の通常状態の広角端における縦収差図

【図24】 本発明の実施形態4の通常状態の望遠端における縦収差図

【図25】 本発明の実施形態4の通常状態の広角端における横収差図

【図26】 本発明の実施形態4の通常状態の望遠端における横収差図

【図27】 本発明の実施形態4の画角0.3°分の画像ぶれの補正の広角端における横収差図

【図28】 本発明の実施形態4の画角0.3°分の画像ぶれの補正の望遠端における横収差図

【図29】 本発明の実施形態5の広角端のレンズ断面図

【図30】 本発明の実施形態5の通常状態の広角端における縦収差図

【図31】 本発明の実施形態5の通常状態の望遠端における縦収差図

【図32】 本発明の実施形態5の通常状態の広角端における横収差図

【図33】 本発明の実施形態5の通常状態の望遠端における横収差図

【図34】 本発明の実施形態5の画角0.3°分の画像ぶれの補正の広角端における横収差図

【図35】 本発明の実施形態5の画角0.3°分の画像ぶれの補正の望遠端における横収差図

【図36】 本発明の光学機器の要部概略図

【符号の説明】

L1 第1群

L2 第2群

L3 第3群

L4 第4群

SP 開口絞り

I P 像面

d d線

g g線

S サジタル像面

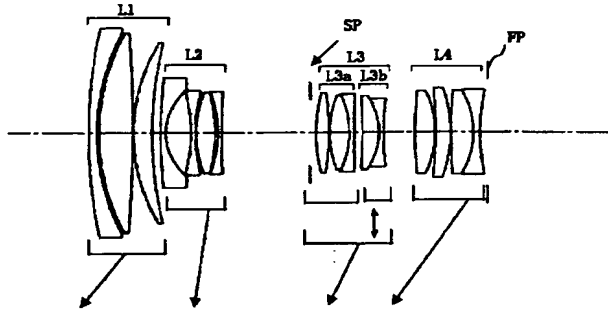
M メリディオナル像面

 $\omega$  画角

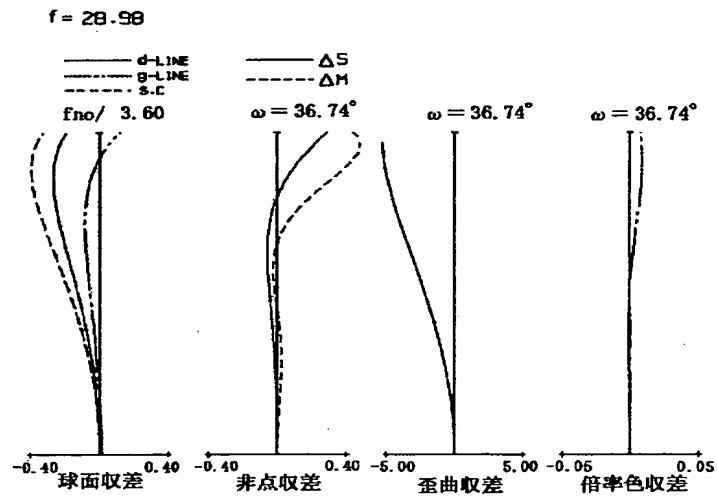
fno Fナンバー

S. C 正弦条件

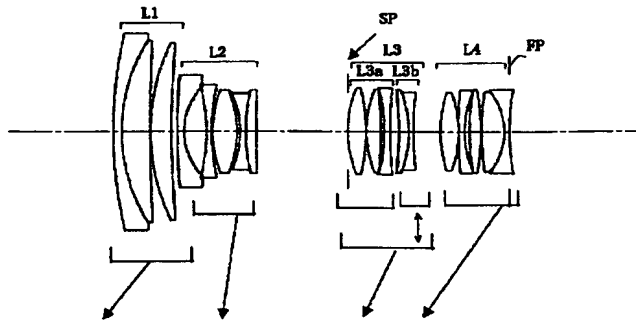
【図1】



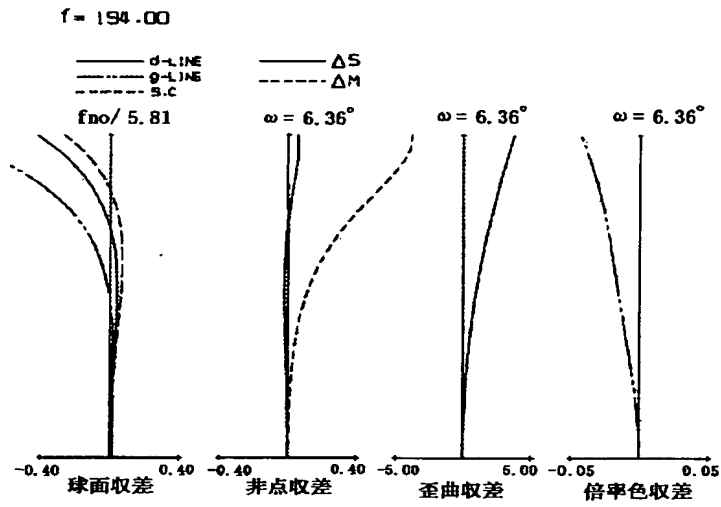
【図2】



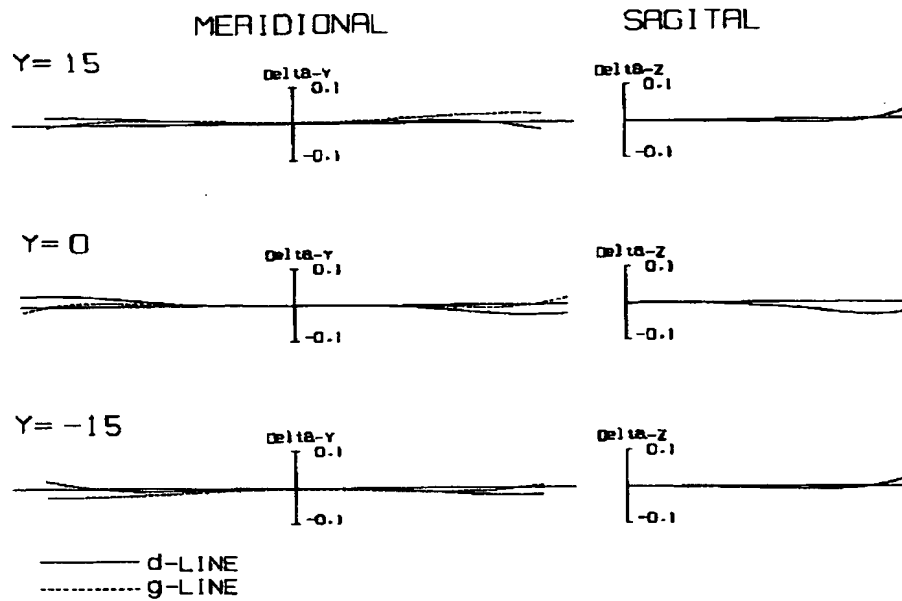
【図15】



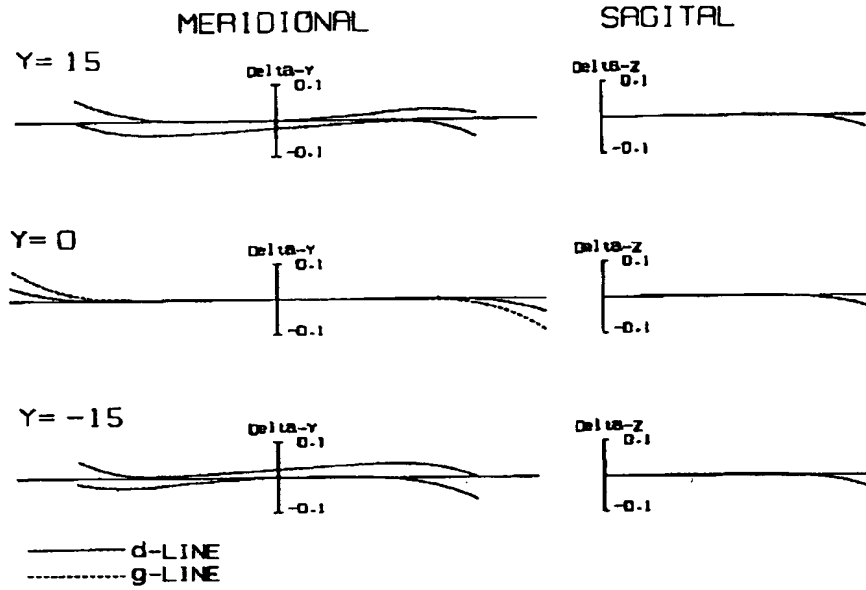
【図3】



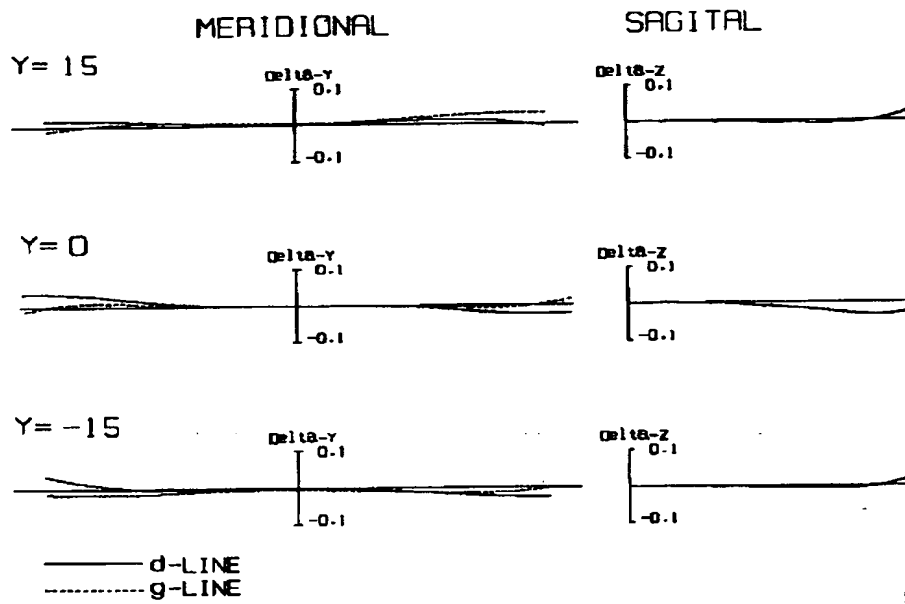
【図4】



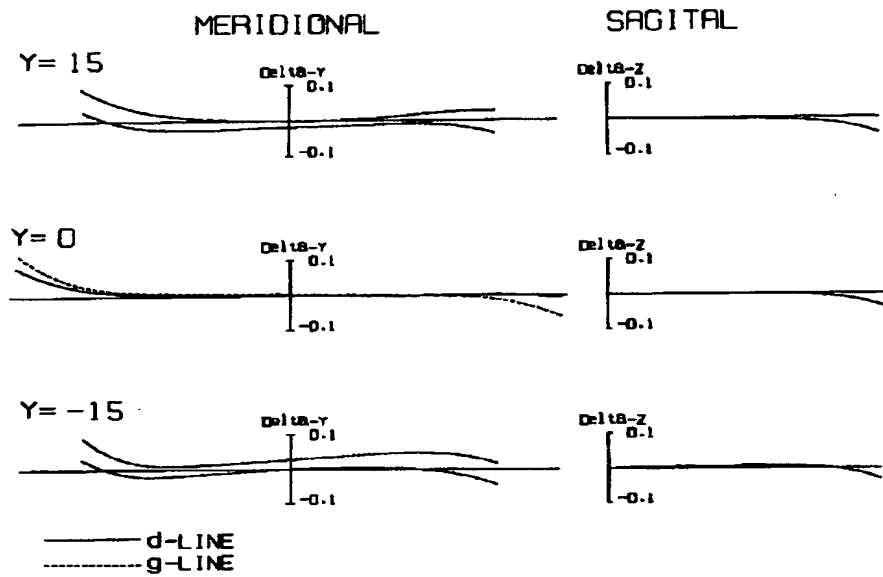
【図5】



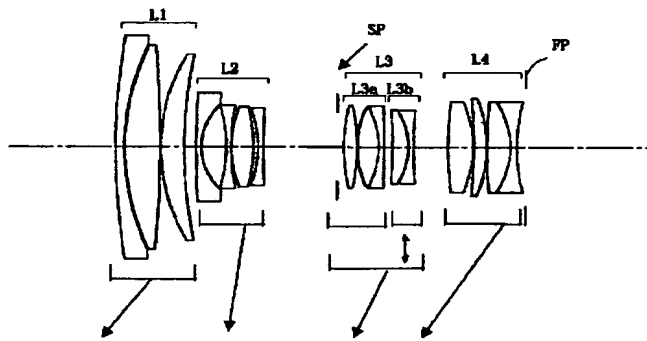
【図6】



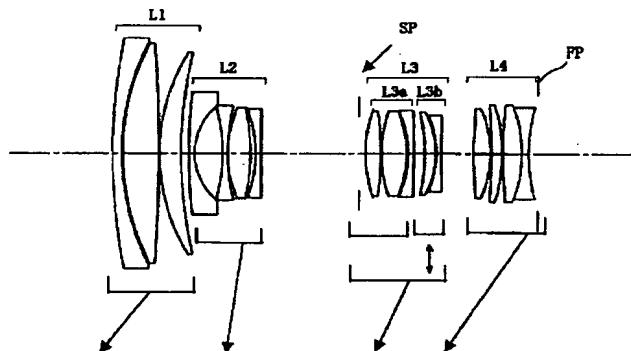
【図7】



【図8】

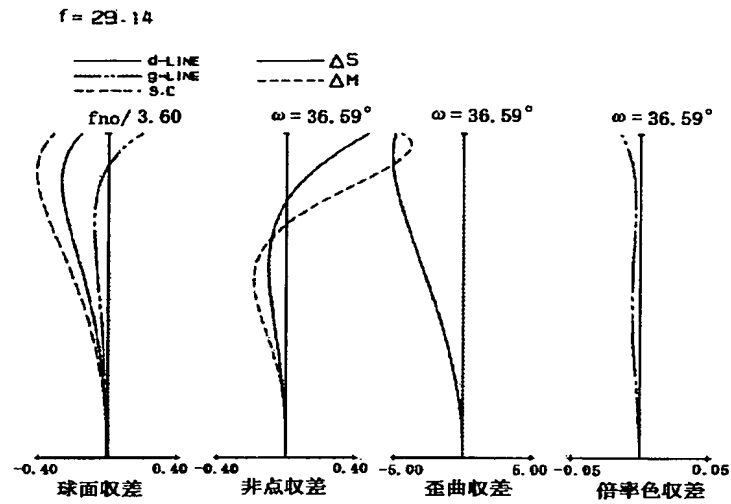


【図22】

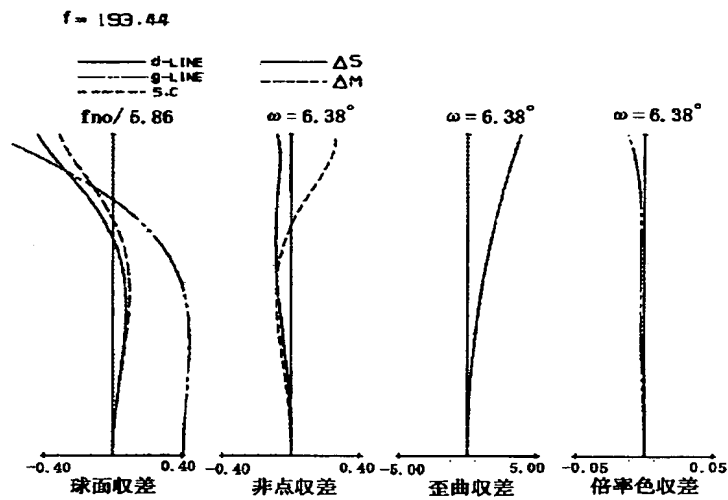




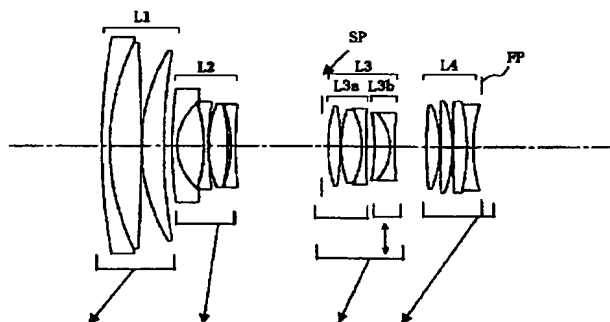
【図9】



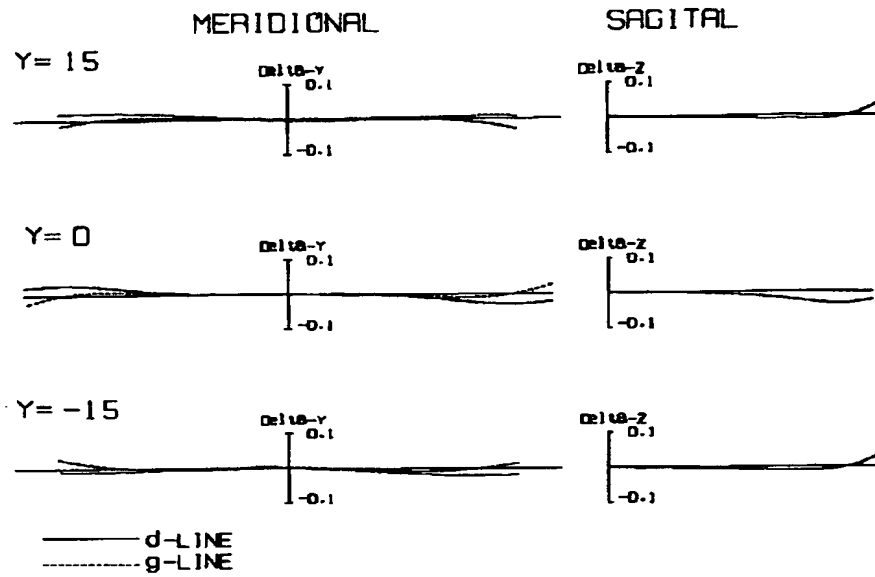
【図10】



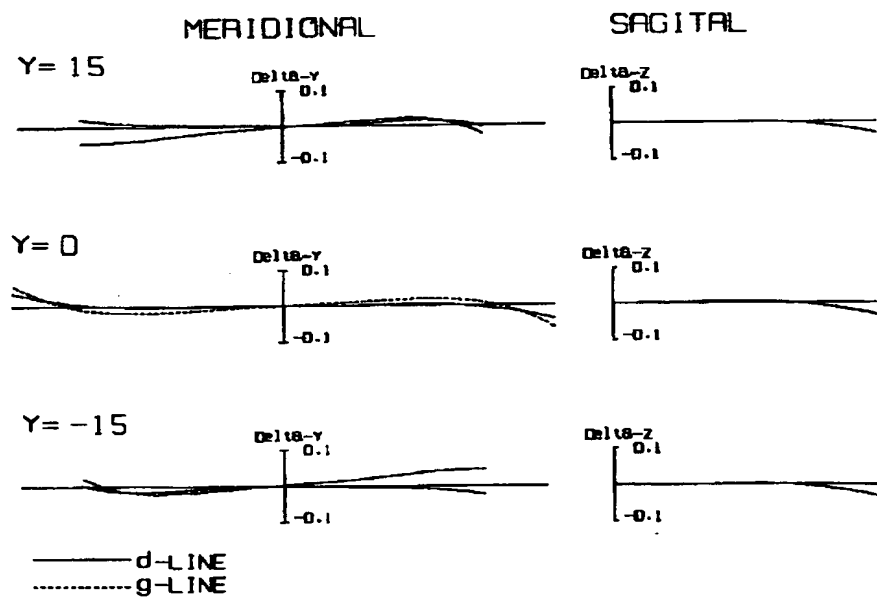
【図29】



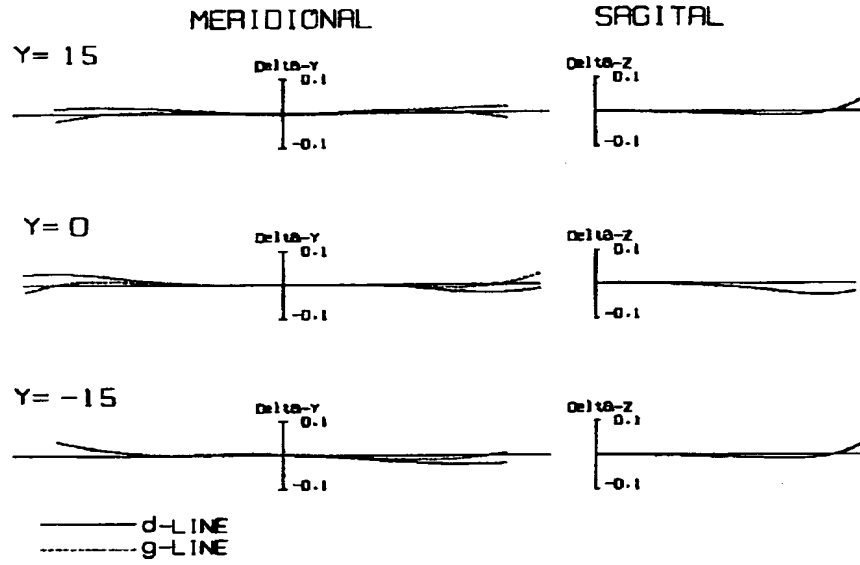
【図11】



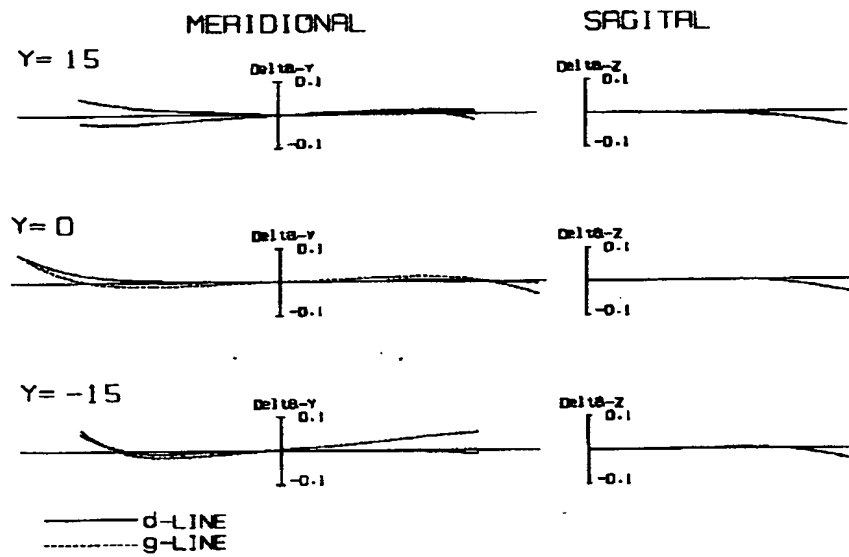
【図12】



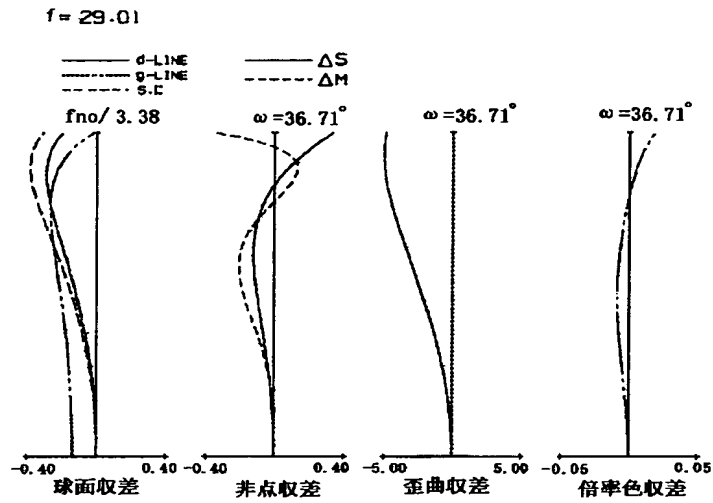
【図13】



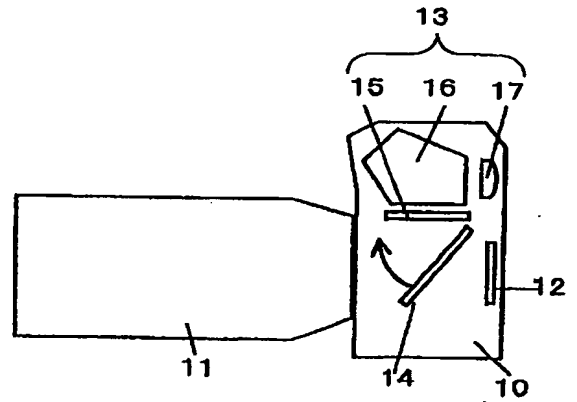
【図14】



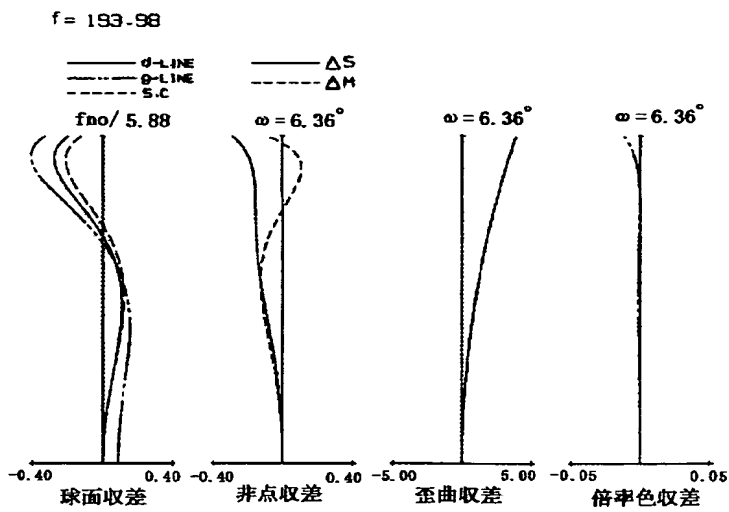
【図16】



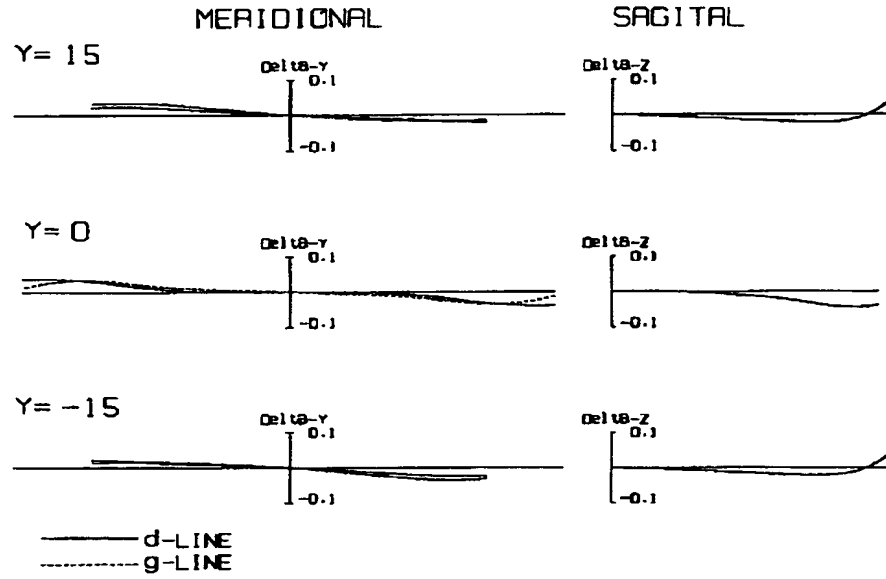
【図36】



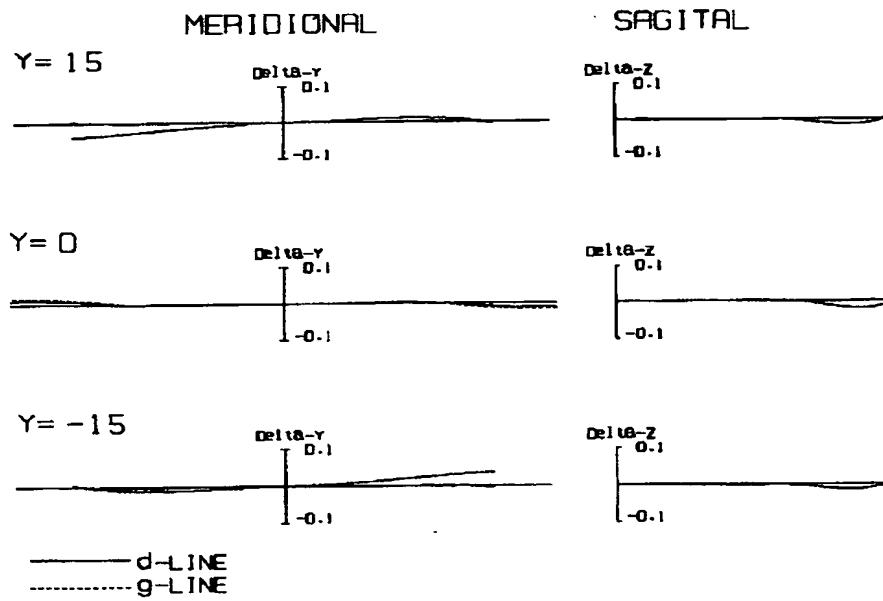
【図17】



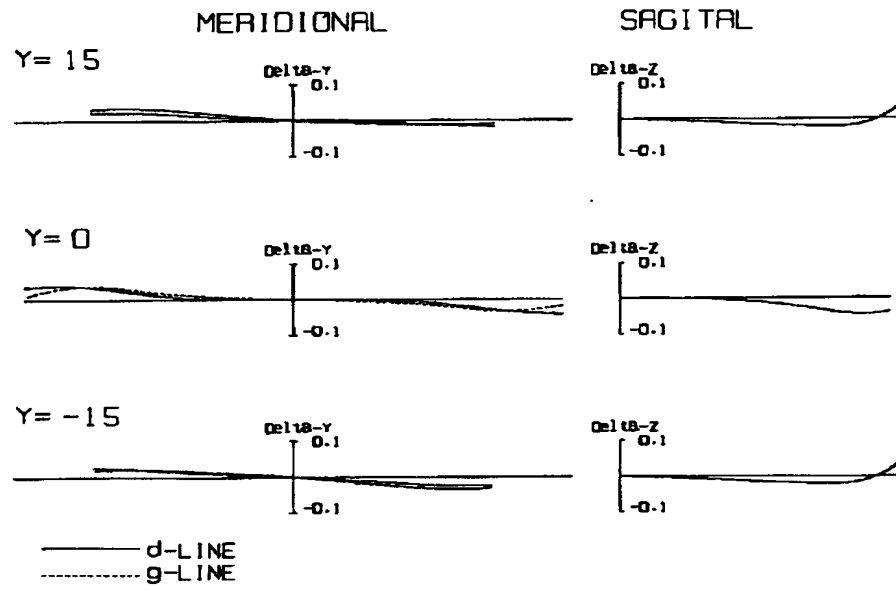
【図18】



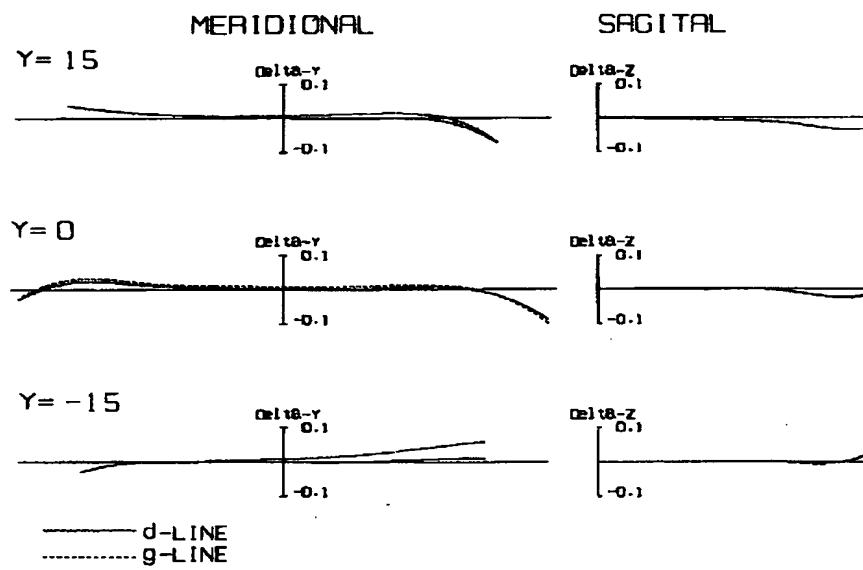
【図19】



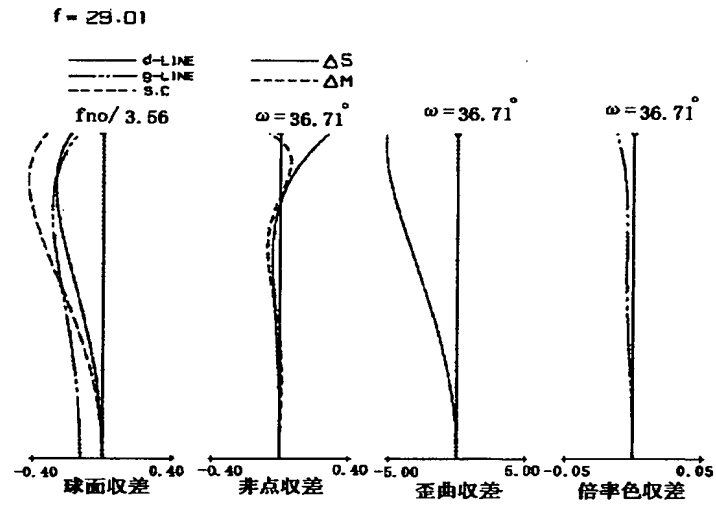
【図20】



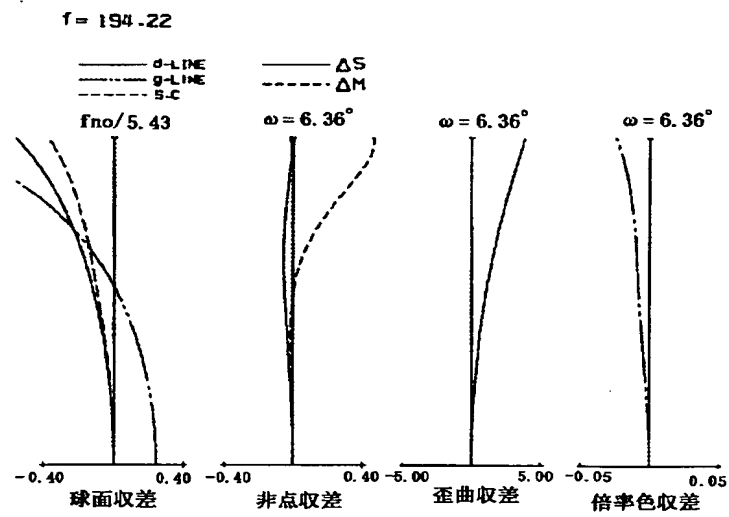
【図21】



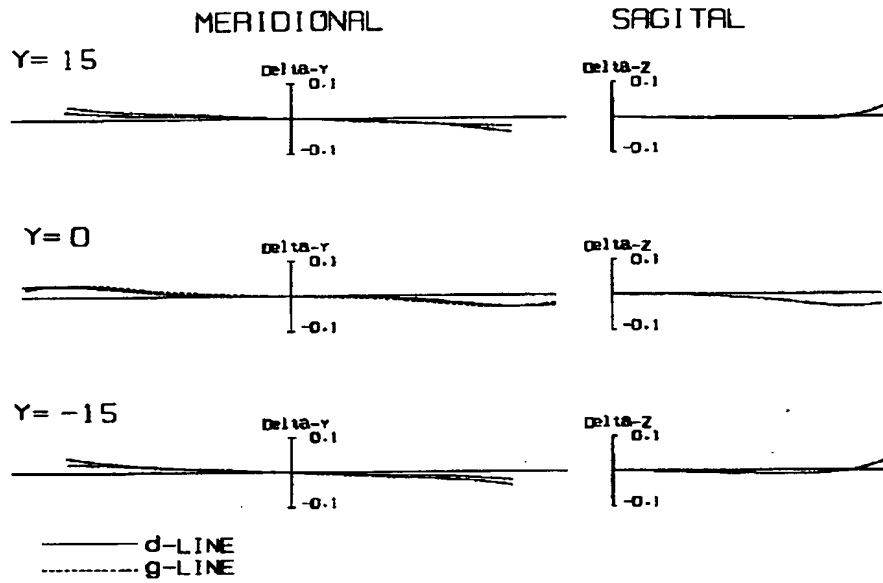
【図23】



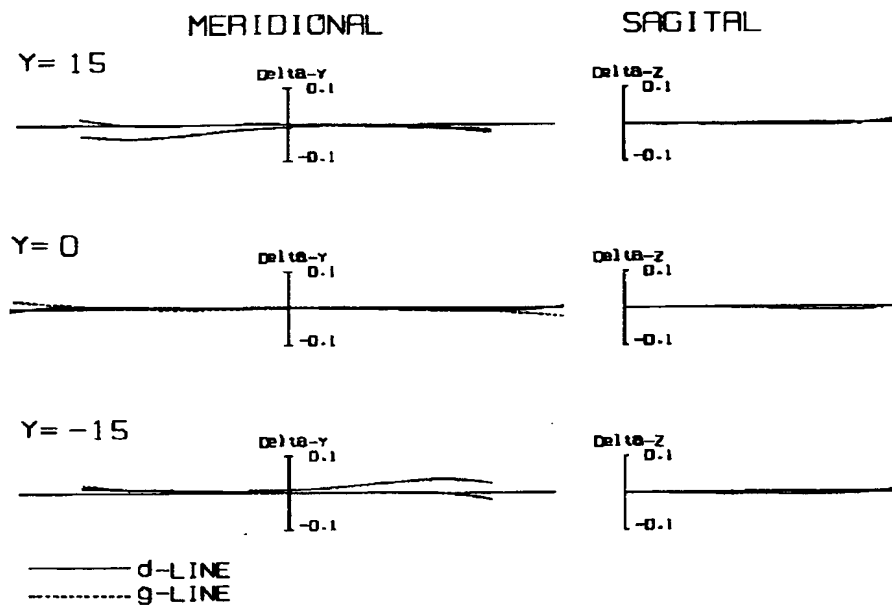
【図24】



【図25】

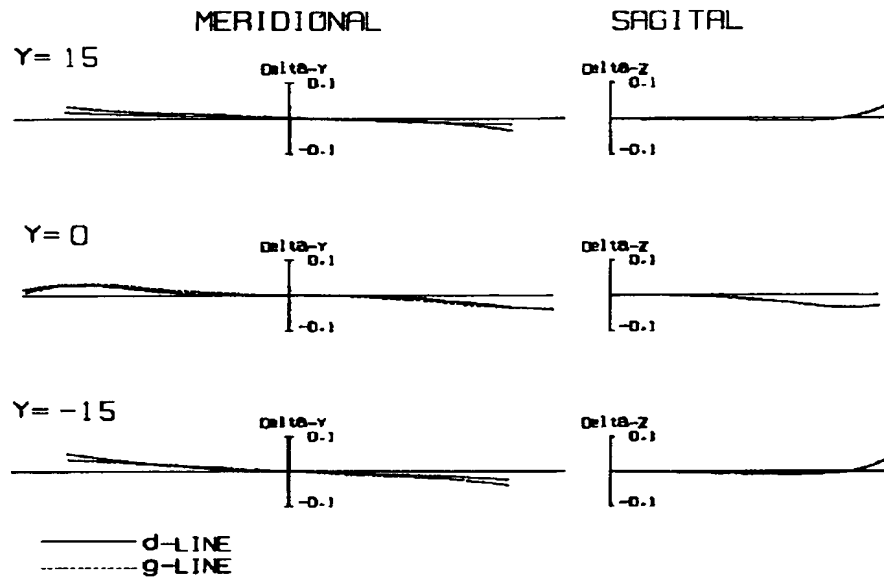


【図26】

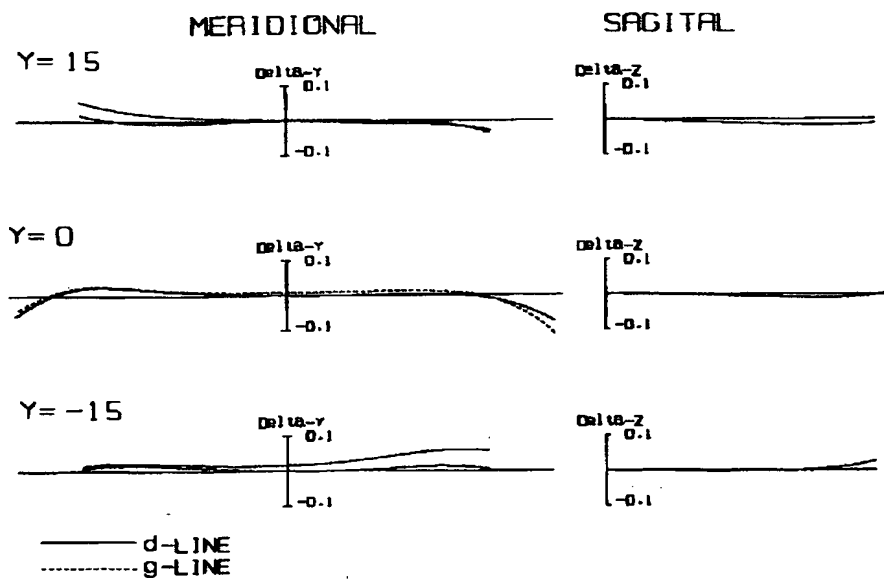




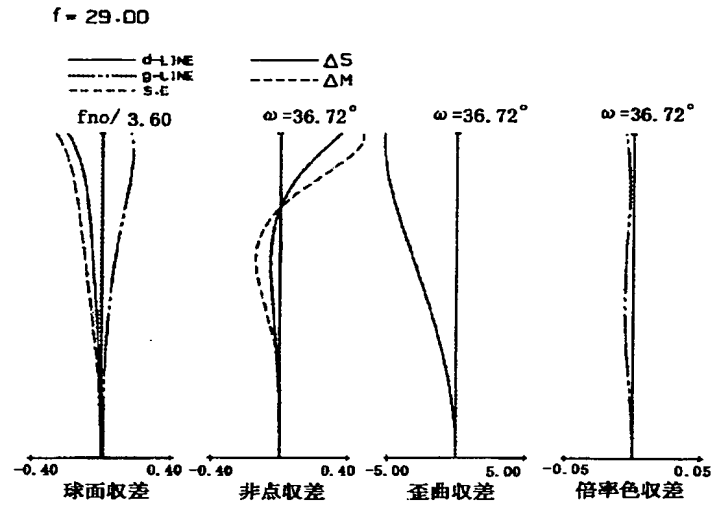
【図27】



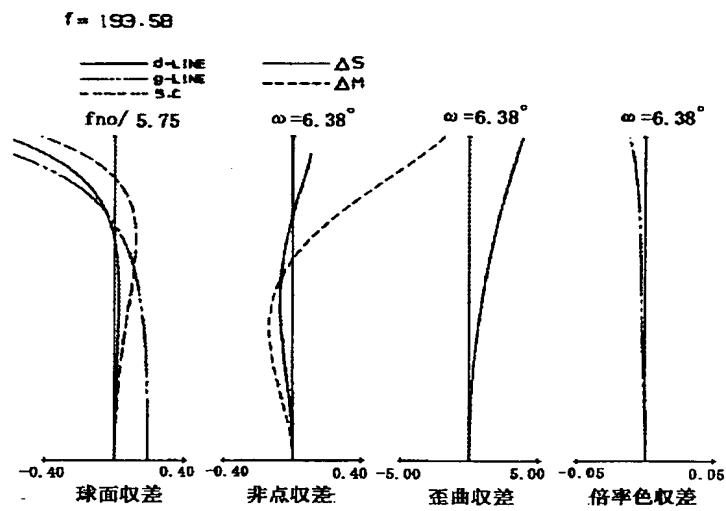
【図28】



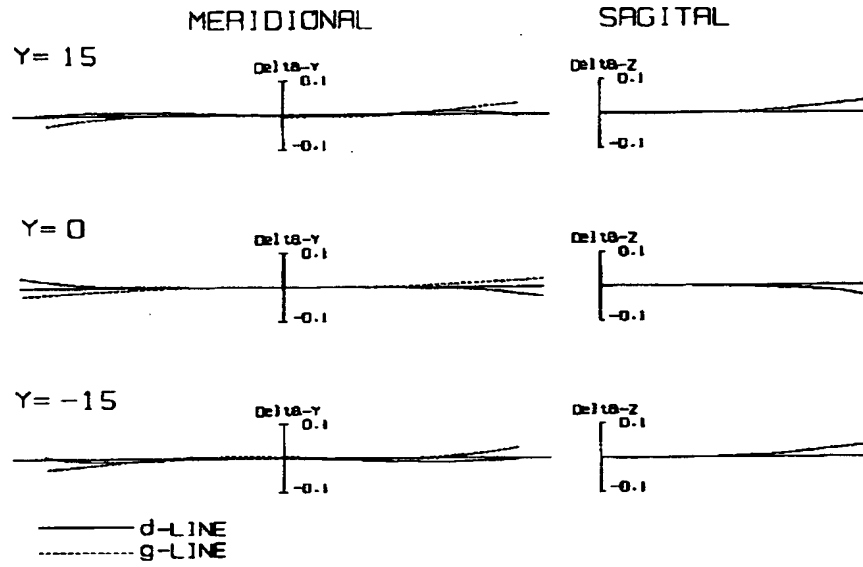
【図30】



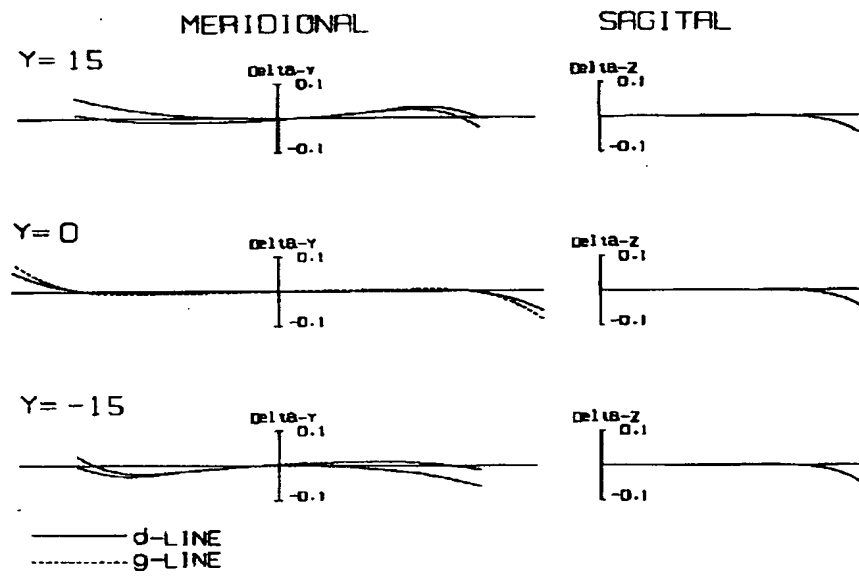
【図31】



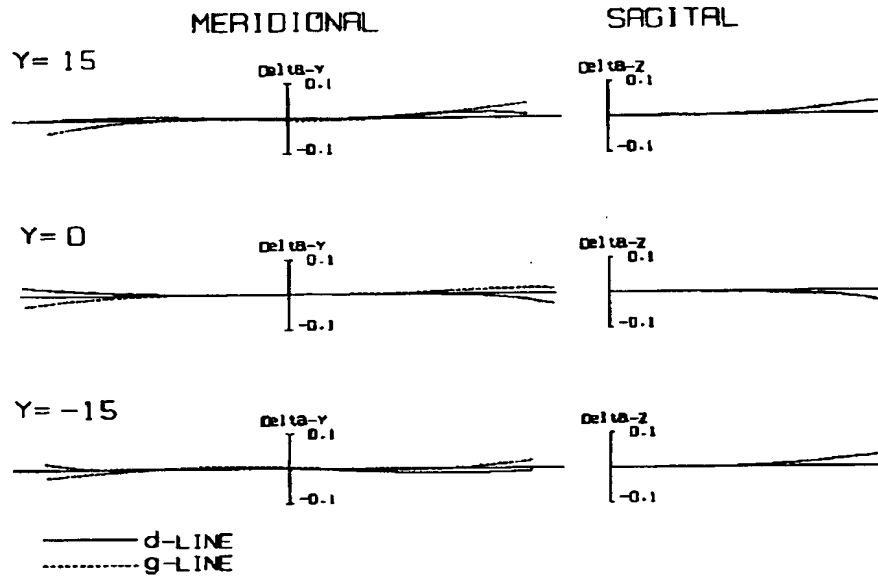
【図32】



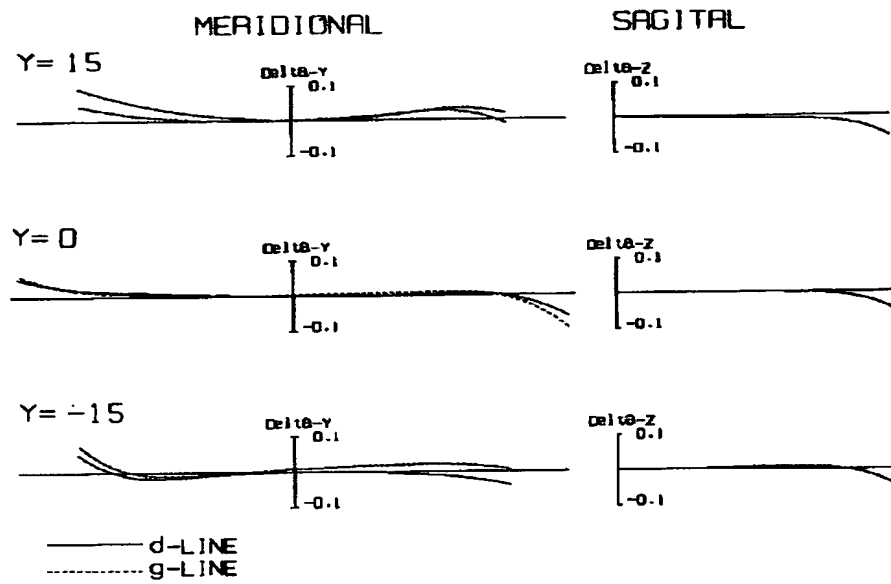
【図33】



【図34】



【図35】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H044 EF04

2H087 KA02 MA12 MA13 NA07 PA12

PA13 PA14 PA15 PA16 PA18

PA20 PB16 PB18 QA02 QA06

QA17 QA21 QA25 QA39 QA41

QA45 RA05 RA12 RA13 RA37

SA23 SA27 SA29 SA32 SA62

SA63 SA64 SA65 SB04 SB15

SB16 SB26 SB35 SB36